

**WARNING: INFORMATION IS UNCLASSIFIED**

Patent Number: JP3246923  
Publication date: 1991-11-05  
Inventor(s): KATAGIRI SOUICHI; others: 02  
Applicant(s):: HITACHI LTD  
Requested Patent: JP3246923  
Application Number: JP19900042453 19900226  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L21/027 ; G03F9/00  
EC Classification:  
Equivalents: JP2915051B2

**Abstract**

**PURPOSE:** To consider inclination on the whole part of the rear of a specimen or in the vicinity of a mark, and practically eliminate errors caused by the above, by installing a position detecting means, an inclination detecting means, a fine moving means of a specimen, its position detecting means, etc.  
**CONSTITUTION:** When a circuit pattern is formed, a mask 4 is loaded on a mask holder 3, and then a mask mark 5 is detected by moving the mask at a rear detecting position. Thereby the relative position alignment between the mark 5 and a wafer mark 6 is enabled by setting a rear detecting system as a reference. After the mark 5 is detected, the mask 4 is moved at a specified exposure position while the position of the mask 4 is always monitored with a laser length measuring machine 24; a wafer 1 is loaded and is subjected to position alignment to a detection position of the rear detecting system; inclination in the vicinity of the mark 6 is detected and stored in a storage. The position of the mark 6 is detected; position deviation is corrected by using the inclination data which have been stored in the storage; thus position alignment to a specified exposure position is finished. When position detection is always performed, error reduction can be expected, and detection errors can be practically eliminated.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-246923

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)11月5日

H 01 L 21/027  
G 03 F 9/00

H

7707-2H  
2104-5F  
7013-5F

H 01 L 21/30

3 1 1 N  
3 4 1 K

審査請求 未請求 請求項の数 17 (全8頁)

⑮ 発明の名称 パターン形成方法及びその装置

⑯ 特 願 平2-42453

⑰ 出 願 平2(1990)2月26日

⑱ 発 明 者 片 桐 剣 一 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑲ 発 明 者 森 山 茂 夫 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑳ 発 明 者 寺 澤 恒 男 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

パターン形成方法及びその装置

2. 特許請求の範囲

1. 基板の裏面に設けられたマークの位置を検出し、前記裏面マーク位置を基準として前記基板表面の所望の位置に所望のパターンを形成するパターン形成方法において、前記マーク位置を検出する工程と、基板の傾きを検出する工程と、前記基板の傾きを補正する工程と、

前記基板上にパターンを転写あるいは描画する工程を含むことを特徴とするパターン形成方法。

2. 請求項1記載のパターン形成方法における第2の基板上にパターンを転写あるいは描画する工程は、投影式露光方法あるいは、近接式露光方法あるいは、電子描画方法のいずれかであることを特徴とするパターン形成方法。

3. 第1の基板上のパターンを照明し、第2の基板表面に該パターンを形成する方法において、

上記第2の基板を除去した状態で上記第1の基板上に設けられた上記第1のマークを位置検出器で検出し、上記第1の基板を所定の位置に位置合わせし、上記第2の基板をパターン形成位置に設定する第1の工程と、

上記第2の基板の裏面マーク位置検出を上記第1の工程で用いた上記位置検出器で行なう第2の工程と、

第2の基板裏面の予め定めた基準面からの傾きを傾き検出器で検出する第3の工程と、

上記第3の工程で検出した上記第2の基板の裏面の傾きと上記第2の基板の厚みに起因する上記第2の基板の表面のパターン形成位置と上記第2の基板の裏面マークの位置ずれ量を補正して位置合わせする第4の工程と、

上記第1の基板上のパターンを照明して上記第2の基板の表面に転写する第5の工程を含むことを特徴とする請求項1記載のパターン形成方法

4. 請求項1記載のパターン形成方法の予め定め

- られた基準面からの傾きを検出する工程において、検出された予め定められた上記基準面からの傾き量から上記第1の基板の位置ズレ量を演算し、上記演算結果にもとづいて上記第1の基板の移動量を測長しながら移動し、基板の姿勢を修正する工程を含むことを特徴とするパターン形成方法。
5. パターンを転写あるいは、描画によつて基板に形成するパターン形成装置において、わずかに異なる2周波光を出射する照明光源と、直交する偏光面を有する光を互いに異なる方向に透過する光学素子と、対物レンズと、任意の偏光面を選択できる偏光素子と、光電変換器を備えた傾き検出光学系を上記パターンを転写される基板の裏面に向けて設けたことを特徴とするパターン形成装置。
6. 請求項5記載のパターン形成装置において、位置検出光学系を付加したことを特徴とするパターン形成装置。
7. 請求項6記載のパターン形成装置において、
12. 請求項5または6のいずれか記載のパターン形成装置において、上記基板を保持する保持手段として上記保持手段の開口部分を分割したことを特徴とするパターン形成装置。
13. 請求項5または6のいずれか記載のパターン形成装置において、上記基板を保持する保持手段として少なくとも2個の微動可能な真空保持具と、固定の真空吸着保持具を有することを特徴とするパターン形成装置。
14. 少なくともわずかに異なる2周波光を出射する照明光源と、偏光面分離光学素子と、スリットと、偏光素子と、光電変換器を備えた転写あるいは、描画によつてパターンを基板上に形成するパターン形成装置において、少なくとも2個の台形プリズムを付加したことを特徴とするパターン形成装置。
15. 請求項14記載のパターン形成装置において、上記傾き検出光学系を付加したことを特徴とするパターン形成装置。
16. 請求項6記載のパターン形成装置において、
- 上記位置検出光学系として光を任意の方向に回折する音響光学素子と、対物レンズと、ピンホールを備えたことを特徴とするパターン形成装置。
8. 請求項6記載のパターン形成装置において、上記対物レンズは少なくとも一つからなることを特徴とするパターン形成装置。
9. 請求項6記載のパターン形成装置において、上記傾き検出器の傾き検出位置と、上記位置検出器に位置検出位置が実質的に同一位置であることを特徴とするパターン形成装置。
10. 請求項6記載のパターン形成装置において、傾き検出のための2つのビームスポット位置が、上記位置検出マークをはさんで対称であることを特徴とするパターン形成装置。
11. 請求項5または6のいずれか記載のパターン形成装置において、上記パターンを転写あるいは、描画される基板を保持する保持手段として周辺部を固定する部分を除いた部分が開口していることを特徴とするパターン形成装置。
- 上記パターンを転写する上記投影露光装置あるいは、上記近接露光装置を用いたことを特徴とするパターン形成装置。
17. 請求項6記載のパターン形成装置において、パターン描画に上記電子線描画装置を用いたことを特徴とするパターン形成装置。
3. 発明の詳細な説明
- 〔産業上の利用分野〕
- 本発明は半導体製造方法及び装置に係り、縮小投影露光装置、X線露光装置あるいは、電子線描画装置の位置合わせ精度を向上させるのに好適なパターン形成方法及び、その装置に関する。
- 〔従来の技術〕
- ウエーハプロセスの影響を受けにくい位置検出光学系として、ウエーハ裏面に設けたパターン位置を検出する方法がある。この従来の裏面検出は、特公昭55-46053号公報に記載のように、試料の裏側のマーク位置のみを検出していた。
- 〔発明が解決しようとする課題〕
- 0.35  $\mu\text{m}$  ルール以降のデバイスの製造には、

0.1  $\mu\text{m}$  より高いアライメント精度が要求される。この精度は、従来のように試料の表面のマークを検出する方法では、レジストの塗布むらやマークのダメージ等に起因する検出誤差によつて達成が困難となる。このような背景から、特公昭55-46053号公報に記載のような試料の裏面マークを検出する方法が有効となつてきている。ところが、試料の裏面マークを検出する場合0.2  $\mu\text{m}$  ルール以降のデバイスのアライメント精度0.03  $\mu\text{m}$  を達成するには、次のような新たな問題が生じる。それは、今までは無視できた誤差要因であるが、試料の傾きにより試料面が設定基準面からずれると試料の厚みのために、マークのある裏面とパターンを形成する表側の位置ずれから生じる位置検出誤差である。

本発明は、上記の試料裏面の全面または、マーク近傍の傾きを考慮し、これに起因する誤差が実質的に無くなる新しい裏面マーク位置検出光学系を提供するものである。

〔課題を解決するための手段〕

$\mu\text{m}$  のアライメント精度に対して無視できなくなる。

この課題を解決するためには、裏面の傾き量を知つて補正すれば良いが、実際の半導体基板はその傾きが局部的に変化する。このため、傾き検出は位置検出マークのごく近傍で行なう必要がある。

〔実施例〕

〔実施例1〕

本発明の1実施例を詳細に述べる。第1図に裏面検出光学系の構成図を示す。この光学系は、試料裏面の傾きをマーク検出位置で行なうことが可能である。

まず、傾き検出について説明する。第15図に傾き検出光学系の概略を示す。これは、APPLIED OPTICS/Vol. 20, No. 4/p. 610記載のあらし測定光学系を傾き検出に応用したものである。波長のわずかに異なる2周波を直線偏光で出射する光源17を用いる。出射ビームは、ビームスプリッタ13により二つに分けられる。一方のビームは、検光子11bによりヘテロダイン干渉を生

上記課題は、位置検出光学系により位置を検出し、試料裏面の傾き検出光学系により傾きを計つて、位置検出誤差を補正しながら試料微動手段によつてアライメントし、露光あるいは描画手段によりパターンを転写する方法で達成される。

装置としては、位置検出手段と、傾き検出手段と、試料の微動手段及びその位置測定手段と、露光あるいは描画手段と、所望のパターンの形成されたマスクあるいは描画データを備えることで達成される。また、検出精度維持のためにその光学系の対物レンズを共有することでさらに安定した検出が期待できる。

〔作用〕

第5図に示すように、試料1が角度 $\theta$ だけ基準位置から傾いた状態で裏面マーク6を検出した場合、マーク位置検出誤差 $\epsilon$ は、

$$\epsilon = d \cdot \sin \theta \quad \dots (1)$$

となる。ここで、 $d$ は試料1の厚みである。例えば、試料1の厚み $d$ を600  $\mu\text{m}$ 、傾き $\theta$ を5秒とすると $\epsilon$ は、0.015  $\mu\text{m}$  となり、0.03

じさせて基準となる参照信号を検出する。他方のビームは、ウオラストンプリズム8に入射する。

ここで、P偏光( $\psi_1, H_z$ )とS偏光( $\psi_2, H_z$ )の光が分離し、対物レンズ7により試料面上の2点に絞られる。試料面から反射した光は再び対物レンズ7を通過した後、ウオラストンプリズム8に入射する。ここで、分割された2周波は、再び重なり合い一本のビームとなつて、検光子11aに導かれる。ここで、検光子11aは、傾き検出光39の偏光面に対し互いに45°になるように調節されている。これによつて、ヘテロダイン干渉を生じさせ、検出信号を得る。上記の参照信号とこの検出信号の周期は同一である。よつて、試料1が傾いた場合検出光36、37の光路差が相対的に変わり、参照信号に対して検出信号の位相が変化することになる。例えば、試料上で1mm離してスポットを形成し波長633nmのHe-Neレーザを用いた場合、1度の分解能で位相を検出できれば0.4秒の検出精度が得られることになる。この傾き検出器で予め設定した基準面を有す

る平面を検出し、傾き検出器の校正を行なう。この検出光学系を直交する2方向に設ければ良い。

一方、第1図に示すように位置検出光学系にも同一の対物レンズ7を用いる。こうすることによって、傾きと位置検出を同一のフィールドで行なえる。また、上記傾き検出の二つのスポット位置は、第3B図に示すように位置検出マークをはさんで対称な位置であることが望ましい。位置検出原理は、レーザ顕微鏡に用いられている共焦点光学系によって、高解像度化したものである。

レーザ光を音響偏向器16に入射し、ビームの走査を行なう。ビームスプリッタ10、9、ウオラストプリズム8を透過した後、対物レンズ7によって試料1裏面のマーク6近傍をスポット照明する。第3A図に試料裏面のマーク6近傍の概略図を示す。マーク6は、回路パターン領域19の端2ヶ所に設けられる。2ヶ所に設けたのは、露光チップ全体の回転を検出するためである。このため、検出光学系はこの2ヶ所分の2組必要である。ただし、予め露光チップ全体の回転を検

出するグローバルアライメントに限る場合は、第4図に示すようにマーク6は1ヶ所設ければ良い。また、検出光学系も1組あれば良い。

マーク6の部分を拡大したのが第3B図である。互いに直交したマーク6aと6bを上述の音響偏向器16で斜めにビーム21が走査される。また、スポット22a、b、cは前記の傾き検出用である。このように傾き検出は位置検出マークのごく近傍で行なう。例えば、第3B図のようにマークをはさんで傾き検出用スポットを設定すると、実質的にマーク上の傾きを検出され好ましい。

反射された光38は、基準開口部18で結像する。その後、レンズ16によってピンホール17上にスポットに絞って光電検出する。このときの検出信号の状態を第13図に示す。位置検出用スポット21が基準開口部18上を走査する。このときの信号は、第13図の上図のようになる。基準開口部18により最初は信号は得られない。開口部18の内側にスポット21が移動してくると試料1裏面の状況に応じた光強度分布が得られる。

この基準開口部18のエッジとマーク中心位置の関係は、第14図のようになる。基準開口部18の中心位置からマーク設定位置までの距離を $X_s$ 、 $Y_s$ とすると、その位置からのずれ量は、図示のように $\epsilon_x$ 、 $\epsilon_y$ となる。この $\epsilon_x$ 、 $\epsilon_y$ をゼロになるようにXYステージを駆動して位置決めを行なえば良い。

裏面検出用の試料保持具2には、第6、7、8、9、10図のようなタイプが考えられる。既に述べたように検出光学系7は、2組設けられる。第6図は、格子目状に開口部を設けたものである。このタイプは、試料の平坦度を高く保つことが可能である。また、第7図は、第6図のタイプに比べて平坦度は低下するものの、マーク検出が可能領域を広くとれる。第8図は、試料の周辺を除く全面が開口したタイプである。検出可能な領域を広くとれるが、試料の剛性を高くする必要がある。第10図は、第8図のタイプのチャック部分がアクティブに動き試料の傾きが補正可能なものである。最後の第9図は、上述のタイプと多少異

なる。検出光学系7を取り囲むように固定のチャック26を設け、その四方にそれぞれ微動可能なチャック25を図に示すように設ける。このチャック25を交互に動かして試料を囲みかえることにより、試料の保持のほかに位置決めまでを行なうタイプである。つまり、試料の保持と移動の二つの機能を合わせ持ったチャックである。

位置検出マーク6周辺の構造を第11図に示すように凹状のくぼみの内側にすると、搬送時や、他のプロセスを介する間の傷から守ることができて好ましい。

次に、実際に回路パターンを形成する方法を説明する。第2図にフローチャートを示す。まず、マスク4をマスクホルダ3にロードする。マスクを裏面検出位置に移動し、マスクマーク5の検出を行なう。これを行なうことによって、マスクマーク5とウエーハマーク6との相対位置合わせを裏面検出系を基準に行なうことが可能となる。マスクマーク5の検出が終了したら、レーザ測長計24によってマスク4の位置を常に監視する。こ

の状態で、マスク4を所定の露光位置に移動する。次に、ウエーハ1をロードして、裏面検出系の検出位置に位置決めする。そして、ウエーハマーク6近傍の傾きを検出し、メモリに蓄える。次に、ウエーハマーク6の位置を検出し、先にメモリに蓄えた傾きのデータから位置ずれの補正を行ない、所定の露光位置に位置決めする。この時位置検出は、常に行なうと誤差の低減が期待できる。この状態で、露光シャッターを開いて露光する。露光終了後、次のチップがある場合は、所定の位置にウエーハ1をステップ移動させ、ウエーハマーク6の検出を繰り返す。すべてのチップの露光を終了した場合は、ウエーハ1をアンロードして終了する。

#### 〔実施例2〕

実施例1で述べた位置検出光学系のかわりに第16図に示すような回折光のヘテロダイン干渉を用いた位置検出光学系を組み込んでも良い。第16図は、位置検出光学系のみを示し、傾き検出光学系は省略している。この位置検出光学系は、

によつて、ヘテロダインビート信号を検出する。この検出信号48とレーザの基準信号49を位相比較して、基準信号48に対して位置合わせをする。つまり、基準信号48を基準に位置検出マーク6を位置合わせする。

この位置検出を実施例1に記述したようにマスクマーク5とウエーハマーク6の両方に対して行ない、マスクマーク5とウエーハマーク6の相対位置合わせを行なう。この検出光学系を第16図に示すように、2組直交方向に設ける。この直交した像を一つのスリット46で検出する。このために光学系の一部に台形プリズム43を挿入し、互いに直交した像を45°ずつ回転し、スリット46の開口方向と一致させる。こうすることによつて、ごく近傍の2軸のマーク位置検出が可能となり好ましい。

#### 〔実施例3〕

実施例1及び、実施例2では、1:1の近接露光装置の例を上げて説明を行なった。この裏面検出光学系は、現在主流となつている縮小投影露光

特開平1-32624号公報に詳しく記述してある。この位置検出光学系も実施例1と同様に傾き検出光学系の対物レンズ7を共有する。こうすることによつて位置検出マーク6の近傍の面の傾きを検出できるので、高精度な位置合わせが可能となる。

次に、位置検出方法を第16図を用いて説明する。位置検出マーク6cまたは6dを直交偏光された2周波レーザであるレーザ光源17で照明する。そのときに生じる回折光のうち、所望の次数の回折光一組、例えば、±1次回折光の位相は、位置検出マーク6の検出方向の位置によつて変化する。この位相をヘテロダイン干渉を用いて検出する。検出光学系47に導かれた位置検出マーク6からの回折光束は、空間フィルタ42によつて1次回折光は、S偏光(周波数 $\nu$ , Hz)のみ選び、-1次回折光はP偏光(周波数 $\nu$ , Hz)のみを選びとる。その後、レンズ44を介し、偏光板11cを通過してスリット46上に結像させる。このようにしてヘテロダイン干渉を起こし、その一部をスリット46によつて選びとつて光電変換器12c

装置の位置検出用にも適用可能である。第12図にその概略を示す。これは、レティクル27上に描画された回路パターンを単色光源39で照明し、縮小投影レンズ28にてウエーハ1上に縮小投影するものである。このレティクル27とウエーハ1の間に縮小投影レンズ28が存在するような装置においても裏面検出光学系30は適用可能である。裏面検出光学系30によつて裏面マーク6の位置と傾きを検出した後、XYステージ51を微動してウエーハ1の位置合わせを行なう。ここで、レティクル27の位置検出はレティクルマーク検出光学系32、33によつて検出する。この検出結果にもとづいてレティクル27の位置合わせを行なう。パターン形成方法で近接露光と異なるのは、レティクル27の位置合わせと縮小投影レンズ28のウエーハ上のパターン形成面への焦点合わせである。レティクル27の検出は、レティクル検出光学系32、33により絶対基準に対して位置決めをし、縮小投影レンズ28のウエーハ上のパターン形成面への焦点合わせには、エアマイ

クロ31もしくは光学的手法によりウェーハ1と縮小投影レンズ28の相対距離を一定に保つようにすれば良い。このような構成にすることにより、縮小投影露光装置にも適用可能である。

【実施例4】

電子線描画装置の位置合わせにも適用可能なことは明らかである。

第17図に示すように、描画データ記憶部55に格納された図形を電子銃53と電子レンズ54によつて試料1に所望のパターンを形成する電子線描画装置の試料1の裏面に検出光学系30を設置する。位置検出方法は、実施例1、2、及び、3と同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。

このように本発明によれば、電子線描画装置の位置合わせも今までにない高精度で行なうことができる。

【発明の効果】

裏面マーク6の近傍の傾きを0.4秒の分解能で検出するので、試料1の厚みに起因する検出誤

差をほとんど問題にならない程度に低減することができる。

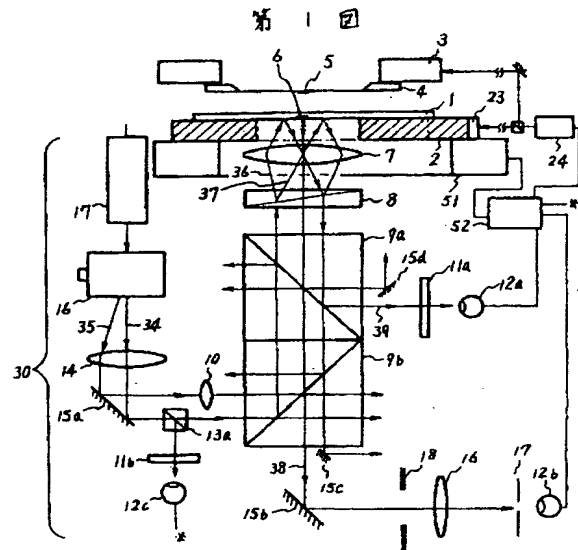
4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の構成を示す図、第2図は、本発明の装置を用いてパターン形成する方法の説明図、第3A図は、裏面マークの配置及び検出光の照明位置を示す図、第3B図は、第3A図のマーク部分を拡大した図、第4図は、検出マークの配置位置を示す図、第5図は、試料が傾くことによつて生じる誤差を説明する図、第6図は、試料保持具を説明する図、第7図は、試料保持具を説明する図、第8図は、試料保持具を説明する図、第9図は、試料保持具を説明する図、第10図は、試料保持具を説明する図、第11図は、裏面マークの構造を説明する図、第12図は、本発明を縮小投影露光装置に用いた場合の説明図、第13図および、第14図のいずれも、本発明の位置検出信号の説明図、第15図は、傾き検出光学系の原理を示す図、第16図は、ヘテロダイン干渉を用いた位置検出器を用いた場合の裏面検出系の説明

図、第17図は、電子線描画装置に本発明を適用した場合の説明図である。

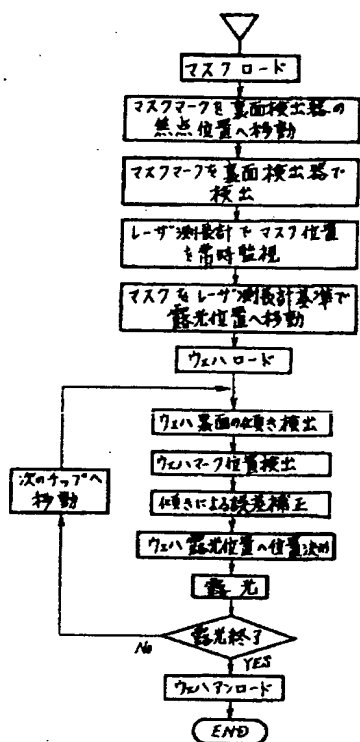
1…ウェーハ、2…試料保持具、3…マスク保持具、4…マスク、5…マスクマーク、6…ウェーハマーク、7…対物レンズ、8…ウオラストンプリズム、9…ビームスプリッタ、10…レンズ、11…検光子、12…光電変換器、17…ピンホール、18…基準開口、19…パターン形成領域、21…位置検出光のスポット、22…傾き検出光のスポット、30…裏面検出光学系、41…傾き検出光学系、42…偏光ビームスプリッタ、43…台形プリズム、44…レンズ、45…シャッタ、46…スリット、47…ヘテロダイン干渉位置検出光学系、48…検出信号、49…参照信号、50…偏光面保存ビーム分割素子、51…XYステージ、52…信号処理手段、53…電子銃、54…電子レンズ、55…描画データ記憶部。

代理人 井理士 小川 豊

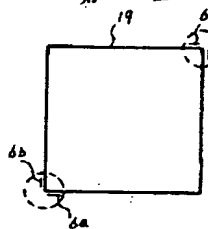


- |              |             |           |
|--------------|-------------|-----------|
| 1 ウェーハ       | 10 レンズ      | 23 レーザ    |
| 2 試料保持具      | 11 偏光板      | 24 レーザ    |
| 3 マスク保持具     | 12 光電変換器    | 30 裏面検出系  |
| 4 マスク        | 13 ビームスプリッタ | 34 検出光    |
| 5 マスクマーク     | 14 レンズ      | 35 傾き検出光  |
| 6 ウェーハマーク    | 15 ミラー      | 38 傾き検出光  |
| 7 対物レンズ      | 16 レンズ      | 39 XYステージ |
| 8 ウオラストンプリズム | 17 ピンホール    | 51 信号処理手段 |
| 9 ビームスプリッタ   | 18 基準開口     |           |

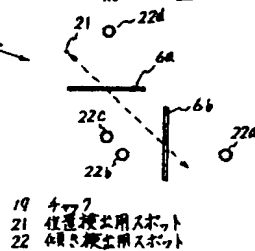
第 2 図



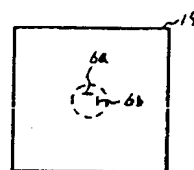
第 3A 図



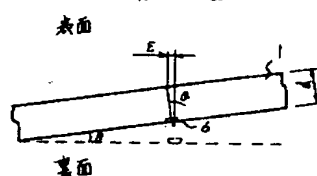
第 3B 図



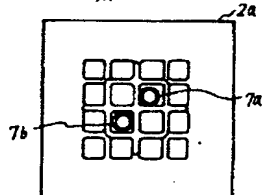
第 4 図



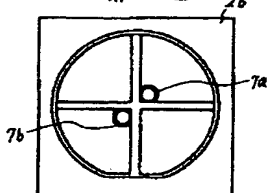
第 5 図



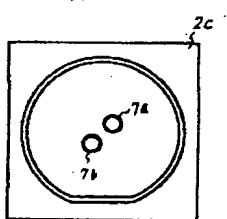
第 6 図



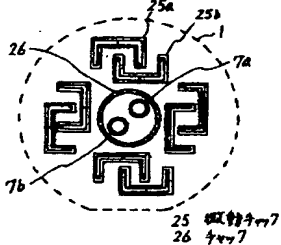
第 7 図



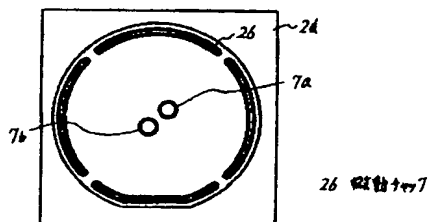
第 8 図



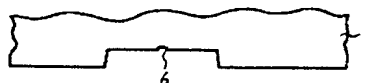
第 9 図



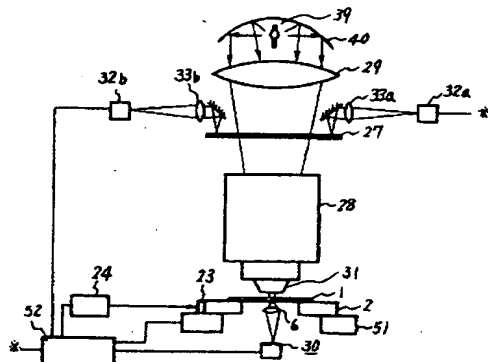
第 10 図



第 11 図



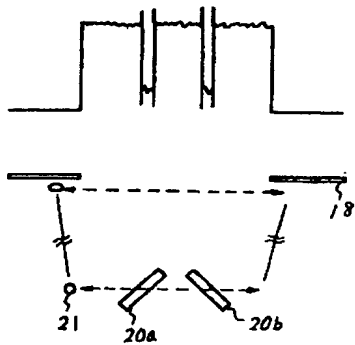
第 12 図



- |    |        |    |          |
|----|--------|----|----------|
| 27 | リフレ    | 32 | リフレマ7横出器 |
| 28 | 露光投影マ7 | 33 | レンズ      |
| 29 | マ7マ7マ7 | 34 | マ7マ7マ7   |
| 31 | マ7マ7マ7 | 40 | 集光ミラー    |

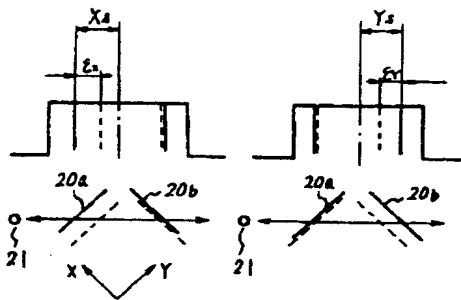


第 13 図

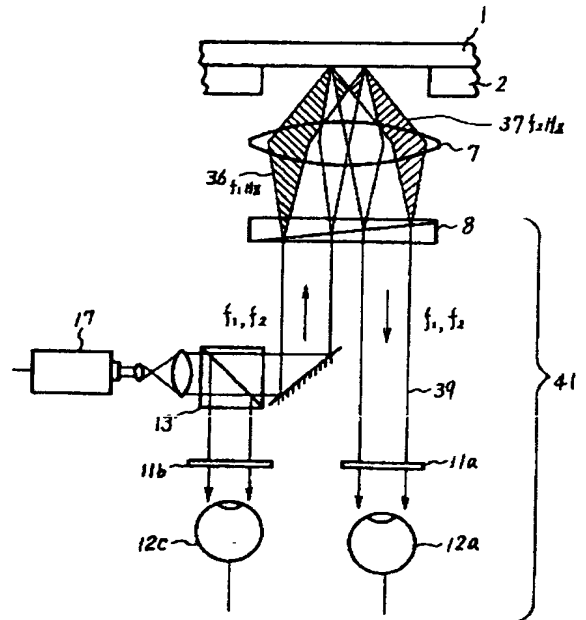


20 位置検出用マフ

第 14 図

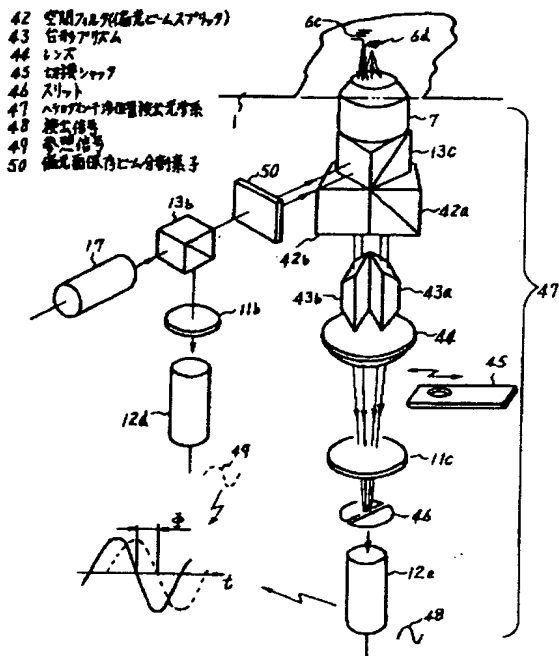


第 15 図

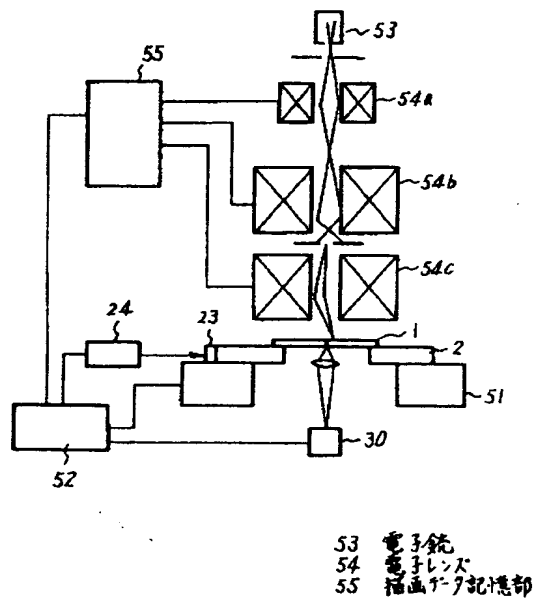


41 傾き検出光学系

第 16 図



第 17 図



53 電子銃  
54 電子レンズ  
55 描画データ記憶部